



光と遊ぶ

東北大学 豊田良順

サグラダ・ファミリアのイエスの塔が完成した。1883 年に建築家アントニ・ガウディがその設計を担ってから、未完の美しさを誇ってきた建造物が大きな節目を迎えたのである。2 年ほど前に私がここを訪れた際、建物と光が見事に融合した聖堂内部の空間に深い感動を覚えた。一通り見学を終えた後、併設されているミュージアムの壁にガウディの次のような言葉を見つけた。

“Glory is light, light gives joy and joy is the happiness of the spirit.” 光化学を研究する一人として、私はこの言葉に強く共感した。ガウディが建築を進めるにあたり、光を取り入れながら芸術作品を創作することを心底楽しんでいたことが伝わってきたからである。私は建築家ではないが、化学者として分子を扱うことができる。対象とするスケールこそ違えども、光と遊びながら設計・開発を楽しむという点で通じ合うものを感じている。

私は西原寛先生の研究室に学生として所属していた頃から、光機能を持つ金属錯体をモチーフとしたナノ材料の開発に取り組んでいる。ポストク時代を過ごしたオランダの Ben Feringa 先生のグループでも発光色素と分子マシンの協奏的な機能発現に取り組んでおり[1]、光活用が一貫した研究テーマとなっている。特に、鮮やかな発光特性を持つジピリン金属錯体はお気に入りの化合物の一つだ。これは発光色素として有名な BODIPY の類縁体であり、架橋配位子を設計することで、配位結合を主骨格に取り込んだ分子構造体を構築できるようになる。ジピリン錯体を一次元的に連結させてボトムアップ的に太さ 1 nm 程度の分子性ナノワイヤを形成し、これまでその光電変換特性や円偏光発光特性についての研究を行ってきた[2-5]。特に、2 種類の異なるジピリン架橋配位子を用いることで、光照射で生じた励起子が一次元分子鎖の伸長方向に伝達

される現象を見出した[4]。これは簡単に言えば、分子スケールの光ファイバーとみなせるナノ材料である。

しかしながら、分子構造の不確実性ゆえに、その光輸送特性の詳細は未解明であった。そこで新たに、架橋配位子と末端配位子を 1 種類ずつ組み合わせることで明確な構造を持つ分子鎖群を調製した[6]。これらは構成要素となるジピリン部位どうしが直交もしくは平行な関係になるようデザインしており、その配列も一意に定まっている。さらに、分子鎖の混合物を根気強く分離していくことで、長さの決まった分子鎖をそれぞれ単離することに成功した。このように内部構造が規定された分子鎖は理論モデルの構築に適しており、光照射によって生成した励起子が分子鎖内を移動し、最終的に発光するプロセスのシミュレーションが可能となった。実測の発光特性データとフィッティングさせることで、これまで未知とされていた錯体内の近接励起子移動の過程も含めて、励起子移動のダイナミクスを定量的に推定するに至った。

この分子鎖の光輸送能は高く、特に非極性環境ではほぼ定量的な励起子移動が観測されている。また、ジピリン錯体は可視光に対して高い光吸収能を有するため、植物の光合成系におけるクロロフィル集合体のような光捕集アンテナとして働く。この励起子輸送能を利用することで、光機能分子の高感度化に繋がるのが期待される。

現所属の錯体化学研究室（坂本良太先生主宰）では、自由な研究環境を与えていただき、優秀なメンバーたちとともに光活用を軸とした異分野展開に挑戦している。分子機械、人工核酸、アクティブマター、宇宙合成——遊び心満載の研究をこれからも全力で楽しみたい。

[1] *Nat. Commun.*, **2022**, *13*, 5765.

[2] *Chem. Sci.*, **2015**, *6*, 2853.

[3] *J. Am. Chem. Soc.*, **2017**, *139*, 16024.

[4] *Sci. Adv.*, **2019**, *5*, eaau0637.

[5] *ChemPhotoChem*, **2026**, *10*, e202500371.

[6] *Nat. Commun.*, **2025**, *16*, 1367.